

БУЈИЧНЕ ПОПЛАВЕ И ЕРОЗИОНИ ПРОЦЕСИ КАО ФАКТОРИ РИЗИКА ОД КАТАСТРОФА И ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ

TORRENTIAL FLOOD AND EROSION DISASTER RISK FACTORS AND PREVENTIVE MEASURES

УДК: 556.161:551.3.053

Прегледни рад

Милутин СТЕФАНОВИЋ, дипл.инж.шум.¹⁾

Ирина МИЛОВАНОВИЋ, дипл.инж.шум.²⁾

Александар ДРОБЊАК, дипл.инж.шум.³⁾

РЕЗИМЕ

Ерозија земљишта и бујични токови, са последицама које их прате, представљају велику опасност за привредни и културни развој, као и за друштво у целини. Брдско-планинско подручје Србије јужно од Саве и Дунава, према својим природним карактеристикама, врло је подложно ерозији земљишта. На територији брдско-планинског подручја Србије доминантни су процеси водне ерозије.

Основни фактори генезе бујичних процеса су исти као у случају ерозионих процеса. Поред природне геоморфолошке, геолошке, педолошке и метеоролошке предиспозиције неког подручја за појаву ових процеса, на њихов развој пресудно утиче неповољна интеракција природних и антропогених чинилаца. Посебно треба истаћи да се са развојем ерозионих процеса интензивирају и бујични процеси. Са практичног аспекта, веома је важно дефинисати суштински опсег једног ерозионог и бујичног подручја, имајући у виду и узроке и последице ових процеса. То је посебно битно са становишта уређења ових подручја, као и разграничења домена појединих водопривредних дисциплина у оквиру ових активности. У раду ће бити приказани досадашњи напори на заустављању ерозионих процеса и смањењу штета од бујичних поплава и мере које треба применити да се ови фактори ризика умање.

Кључне речи: бујичне поплаве, ерозиони процеси, фактори ризика, мере заштите

SUMMARY

Soil erosion and torrential streams, with consequences that follow them, represent a major threat for economic and cultural development as well as for society as a whole. Mountainous regions in Serbia south of the Sava and Danube, due to their natural characteristics, are highly susceptible to soil erosion. Water erosion is the dominant process in these regions.

The main factors of the formation of torrential process are the same as in the case of erosion processes. Besides the natural geomorphologic, geologic, soil and climate predispositions of the area to these processes, the interaction of natural and anthropogenic factors also greatly influences said processes. It should be noted that torrential processes intensify with the development of erosion processes. From a practical perspective, it is important to define the scope of erosion and extent of areas susceptible to erosion, having in mind the causes and effects of these processes. This is especially important from the point of planning, as well as the separation of the domain of individual water management disciplines within these activities. This paper presents the efforts at stopping erosion and reducing damage from torrential floods, as well as measures to be implemented to reduce these risk factors.

Key words: torrential flood, erosion processes, risk factors, measures of protection

1. УВОД

Ерозиона и бујична подручја обухватају највећи део територије Србије, што је условљено њеним геоморфолошким карактеристикама. Брдско-планинска подручја, која се простиру на 3/4 српске територије, имају природну предиспозицију за развој ерозионих и бујичних процеса. Ова подручја су скоро у целини захваћена ерозионим процесима, при чему се на

Адреса аутора: Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Завод за заштиту од бујица и ерозије, Јарослава Черног 80, 11226 Пиносава, Београд

Е-mail: ¹⁾ Milutin.Stefanovic@jcerni.co.rs

²⁾ irina.milovanovic@jcerni.co.rs

³⁾ alexandar_1203@hotmail.com

половини укупне површине јавља јачи интензитет ерозије. С друге стране, бујични процеси су условљени развијеном хидрографском мрежом у брдско-планинским регионима.

С обзиром на распрострањеност брдско – планинских подручја у Србији и развијену хидрографску мрежу, бујичне поплаве се јављају врло често, скоро сваке године. Као што је познато, генеза великих вода се одвија у горњем делу слива, док се поплаве јављају у речним долинама, у доњем току. У вези са тим, треба истаћи да доњи токови већине бујичних водотока у Србији, са развијеним речним долинама, имају велики социјални и привредни значај. У овим долинама се налази велики број градских и сеоских насеља, као и значајна саобраћајна инфраструктура. Већина речних долина има пољопривредну намену, док се поред насеља често налазе и индустријске зоне. То значи да поплаве угрожавају веома вредна добра у приобаљу – насеља, саобраћајнице, пољопривреду и индустрију.

Свака бујична поплава причињава значајну штету у речном приобаљу. У случају мањих изливања великих вода бујичних водотокова, штете нису тако велике. Међутим, повремено се у бујичним подручјима Србије јављају изузетно велике поплаве, са веома озбиљним последицама. Сведоци смо бујичних поплава из маја и септембра 2014. године које су нанеле катастрофалне штете у преко 30 насеља и градова широм Србије, како на пољопривредним површинама тако и на инфраструктури.

Контрола ерозионих и бујичних процеса има велики привредни и друштвени значај. Ерозијом земљишта и бујичним поплавама је угрожено више привредних грана и области (водопривреда, пољопривреда, шумарство, саобраћајна и комунална инфраструктура и др). У свакој од ових области предузимају се поједине мере заштите од ерозије и уређења бујичних токова, нарочито у случају већег степена угрожености конкретног локалитета. Такав парцијални приступ заштити од ерозије и бујица је у неким случајевима неминован и оправдан, поготову када је неопходно ургентно решавање проблема. Међутим, сасвим је извесно да би много ефикаснији и рационалнији био интегрални приступ противерозионом уређењу целе територије Србије. У склопу таквог интегралног концепта, треба јасно сагледати потребе и интересе водопривреде.

2. ФЕНОМЕН БУЈИЧНЕ ПОПЛАВЕ И ЕРОЗИЈЕ ЗЕМЉИШТА

Бујичне поплаве и ерозија земљишта су нераздвојиве природне појаве које су обликовале рељеф далеко пре појаве живих бића на Земљи. Изражено деловање климатско-метеоролошких чинилаца, као што су пљусковите кише и олује, изазивају бујичне поплаве, које се манифестују разорношћу, великом брзином настанка и кратконом трајања. Са друге стране, постоји неприметно деловање климатских чинилаца које се манифестује као процес ерозије

земљишта. Ерозија је спора и слабије приметна до тренутка када оголи читаве покрајине, државе и делове континента. Трагови цивилизација које су нестале услед деловања ерозије присутни су у целом свету.

Ерозионни процеси су тешко приметни и спори и најчешће се констатују тек кад се оголе велике површине, а тада проблем ерозије постаје тешко решив. Због промене микроклиматских особина подручја успоставља се нови режим падавина, а одликује се смањеним укупним количинама падавина на подручју, али и чешћим кишама великог интензитета и дугим сушним периодима. Тако се поступно стварају пустиње.

Еродирање (наједање) земљишта се остварује најпре термичким напрезањем, јер влага, мраз и топлота поступно дробе земљиште и припремају га за кишу и ветар који покрећу здробљен материјал. Свакако да свака киша или ветар немају довољно енергије да покрену припремљен материјал. Народ је свакој врсти кише и ветра дао име које их карактерише. Сипљива киша орошава земљу и лепи се за одећу, али не даје никакав отицај. Плаха киша је нешто што сваки пољопривредник жели, јер готово свака кап кише заврши у земљишту и једва да има неког површинског отицаја. Пљусак је врста јаке кише великог интензитета, већег од 30 mm на сат. Те кише имају велику енергију удара. Кишне капи ове врсте киша имају пречник од 1,5 mm до 7 mm и свака кап је пројектил који на земљу пада брзином од 3 до 6 m/s (слика 1). Просечан пречник капи у таквим кишама је око 3mm у условима наше климе. На слици је приказан удар кишне капи о површину земље. Прво што се примети јесте видљив ефекат разарања.



Слика 1. Удар кишне капи о тло

Figure 1. Raindrop impact

Током пљуска сваке секунде на земљу падне од 10 до 30 тона таквих пројектила по km^2 површине. Како је површина типичног кишног облака који изручује пљусковите падавине најчешће око 10-30 km^2 , није тешко израчунати укупну количину пале воде. Пљускови еродирају и равно земљиште, а на стрмом скоро сва пала вода отиче заједно са наносом, чак и на потпуно сувом и водопропусном земљишту. Иако то изгледа нелогично, треба схватити да без обзира на водопропустљивост и сувоћу земљишта, отиче све оно што превазилази моћ упијања. Тако у нашим пределима није ретка појава бујица на песковитим теренима који имају највећу моћ и брзину упијања.

3. КРАТАК ПРЕГЛЕД ВЕЛИКИХ БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА У СРБИЈИ

Србија је природно предодређена за настанак бујица и бујичних поплава. Релеф, геолошка подлога подложна ерозији, клима карактеристична по кишима јаког интензитета и делови земље у којима се јављају јаки ветрови, све то је предуслов за појаву бујица, не само у планинским пределима, већ и у равничарским.

Бујице нису сврставане у проблем све док су угрожене вредности биле мале. Развој железничке и путне мреже условио је „освајање” речних долина у којима су грађена читава насеља. Бујице су условиле и изградњу објеката за заштиту од бујичних поплава, што је касније проширено и на радове за заштиту од ерозије.

Људи у познатим бујичним подручјима на којима је изграђен заштитни систем били су убеђени да су заштићени од бујица. То је донекле и било тачно, али само до појава поплава које су превазишле ниво заштитног система, пројектованог за вероватноћу појаве стогодишње поплаве (1 %).

Бујице су наносиле штете у деловима Србије који су били покривени мањим обимом заштитних система. О тим бујичним поплавама углавном су извештавала средства информисања, али је систем евиденције штета био такав да су регистроване само штете великих и катастрофалних размера. Да су којим случајем регистроване све штете, без обзира на то колико мале оне биле, њихове годишње суме би биле велике. Зато су у статистичке податке увршћени само подаци о исплаћеним штетама по основу осигурања. С обзиром на политику осигуравајућих друштава да у основно осигурање објеката од штета не улази осигурање од речних и бујичних поплава, него то осигурање спада у додатна осигурања, становништво у огромном броју и није осигуравало своје објекте од поплава и бујица.

Јасно је видљиво да се бујичне поплаве чешће јављају на подручјима која су недовољно обухваћена радовима за уређење бујица и заштиту од ерозије, али да има и катастрофалних бујичних поплава на водотоцима који су сразмерно добро покривени заштитним радовима.

Питање је одакле почети са приказом бујичних поплава које су погађале Србију. Треба схватити да је проблем бујица постојао одувек, али тек га је појава железнице изнела на површину. Наиме, до тог тренутка копнени транспорт је обављан запрежним колима и караванима товарних животиња. Бујице су и тада прекидале путеве, али никоме није сметало да сачека дан-два да се поправи пут срушен бујицом, јер се дневно прелазило двадесет до тридесет километара. Тадашњи путеви нису морали да испуњавају строге техничке услове које је наметнула железница. Трасе железничких пруга су постављане углавном у речним долинама, што је условило брзу урбанизацију и заузимање речних долина. Моторни саобраћај је наметнуо изградњу нових путева који су, као и железница, пресекали бројне бујице и створили места које је сваки наилазак бујице рушио.

Садашње стање ерозије резултат је рада на противерозионом уређењу и уређењу бујица у периоду од више деценија, којим је остварен велики напредак у односу на период од пре педесет година. Просечан интензитет ерозије смањен је за једну, а у неким подручјима и за две категорије. Како је ерозија појава и процес који увек постоји, одржавање садашњег стања захтева одржавање постојећег система заштите, а побољшање стања захтева допунске радове. Реч је о радовима који се изводе деценијама и неопходни су јер се значајни простори налазе још увек под процесима од ексцесивне до средње категорије ерозије.

Уз све то прети стална опасност да се услед неодржавања постојећег система противерозионе заштите и избегавања примене административних мера на ерозионом подручју интензивирају ерозиони процеси са свим проблемима који их прате. Извршеним радовима и примењеним мерама саниране површине су сада учињене високопродуктивним за пољопривредну производњу, посебно воћарство. Једноставније речено, радови на уређењу бујица (преграде, прагови, регулације и друго) служе као „костур” система и спречавају промене у бујичним коритима, а биолошки и биотехнички радови (посумљавања, затрављивања, подизање воћњака и примена административних противерозионих мера и друго) представљају „одело” интегралне заштите од бујица и ерозије. Као што сваки материјал има своје границе издржљивости, такав је случај и са заштитним системима против бујица и ерозије. Те границе издржљивости зависе од прописа на основу којих је пројектован заштитни систем, као и степена изграђености система, односно од тога у којој мери је систем завршен. У Србији је велики број таквих система добро пројектован, али није завршен из многих разлога.

После сваке веће бујичне поплаве која је начинила велику штету рађене су анализе чији је циљ био да се утврди постојање неке одговорности. Најчешће се догађало то да није било прецизних података о кишима, па није преостајало ништа друго до грубе процене. Сачињена је ретроспектива бујичних поплава које су нанеле велике штете током последњих деценија.

Мањих бујичних поплава које су уништиле једну или две куће, срушиле мање важан мост, уништиле неколико њива било је безброј и, нажалост, за њих знају само оштећени, који углавном нису били осигурани, па ни на тај начин нема евиденције штета.

3.1. Поплаве на Корбевачкој реци

Корбевачка река је десна притока Јужне Мораве, у коју се улива код Врањског Прибоја. Бујични талас на овој реци се формира на падинама Бесне кобиле и до ушћа у Јужну Мораву се спушта скоро хиљаду метара. Површина слива ове бујице је око 90 km². Ова река је била ноћна мора деценијама како становништву и привреди, тако и противбујичној струци. Често је прекидала саобраћај на железничкој прузи Београд-Скопље. Бујичне преграде су се показале као недовољне и неколико пута су рушене заједно са железничким мостом. Две бујичне поплаве на овој реци су имале своје тешке последице.

23. јула 1963. године срушена су два од три моста преко Корбевачке реке, која је често мењала правац течења. Том приликом је уништена и једина противбујична преграда. Планирано их је више, међутим, изграђена је само једна.

26. јула 1963. године Скопље је погодио катастрофални земљотрес и ти срушени мостови су успорили достављање помоћи. У то време је камионски саобраћај био сразмерно спор и још није било аутопута. Бујични талас не може настати без јаке кише, међутим, ниједна од кишомерних станица није регистровала кишу ни тог, а ни претходних дана, јер су кишомери били на великој удаљености од слива.

Рушење моста на Корбевачкој реци се догодило 15. маја 1975. године, као последица мале пропусне моћи за толики бујични талас. Мост је срушен непосредно пре наиласка железничке композиције, што је изазвало рекордан број људских жртава, проузрокованих једном бујичном поплавом. Трагичан биланс ове несреће био је 13 људских жртава, уз огромну материјалну штету (слика 2).



Слика 2. Рушење моста на Корбевачкој реци
Figure 2. Bridge collapse on the Korbevačka River

С обзиром на то да се на кишомерним станицама не региструје интензитет падавина, може се само претпоставити да је киша била кратка, али јаког интензитета (јер такве падавине најчешће проузрокују бујичне поплаве).

Корбевачка река спада у хидролошки неизучене сливове на којима се не врше осматрања и мерења, што важи и данас, па су у оба случаја извршене само процене на основу снимања стања. Једина промена је у томе што је бујично корито регулисано у зони железничке пруге и пута и што су у сливу извршене већа пошумљавања, али је питање одређивања и дефинисања меродавне појаве и степена сигурности система и даље остало нерешено.

3.2. Бујична поплава Сејаничке реке 1983. године

Сејаничка река је мала бујична притока Јужне Мораве, површине слива од око 12 km². Она је 2. јула 1983. године бујичном поплавом нанела велике штете урбаном делу варошице Грделица. Потпуно је уништен Текстилни комбинат. Према подацима метеоролошких осматрања, укупне падавине које су претходиле бујичном таласу износиле су око 90 mm. Киша је била релативно кратког трајања (око 3 сата) и врло јаког интензитета. Анализом је утврђено да је вероватноћа појаве те кише била једном у две стотине година (0,5 %).

Анализе су такође потврдиле да је ранг великих вода био у нивоу појављивања једном у стотину година, што је директна последица изведених противерозионих радова, који нису били довољни.

3.3. Бујична поплава на реци Власини 26. јуна 1988. године

Река Власина је лева притока Јужне Мораве, са површином слива од око 900 km². Горњи део слива, на обронцима планине Чемерник, одликује се карактеристичним планинским рељефом. У сливу реке Власине се налазе два општинска центра (Бабушница и Црна Трава), а на ушћу се налази трећи општински центар и највеће насељено место – Власотинце.

Бујична поплава реке Власине 26. јуна 1988. године спада у ред највећих бујичних поплава на подручју Србије забележених у историјским и водoprивредним анализама. Узроци и последице те поплаве су екстремног карактера како по вероватноћи појаве, тако и по катастрофалним размерама. Падавине у сливу Власине које су проузроковале поплавни талас спадају у метеоролошке феномене екстремно ретке вероватноће појаве. С друге стране, велике воде Власине су изазвале бујичне поплаве огромних размера, са катастрофалним штетама. Бујице су узроковане екстремно јаком кишом од 150 mm до 220 mm, која је падала само четири сата. Вероватноћа појаве те бујичне поплаве била је једном у 300 година (0,33 %).

Катастрофалне размере поплаве реке Власине се могу илустровати подацима о 4 људске жртве, неколико хиљада уништених кућа и помоћних објеката,

32 срушена моста, као и о десетинама километара оштећених регионалних путева. Тешко је оштећено и водозахватно постројење „Љуберађа” које снабдева водом Бабушницу, Балу Паланку и део Ниша.

У самом Власотинцу је разбијен десни бок бране, одакле је бујични талас пробио пролаз кроз насеље и збрисао тржни центар и аутобуску станицу. То је спасило насеље иза левообалног насипа, где су куће поплаване. Само неколико мостова је било оштећено, а остали су били потпуно збрисани силом бујичне песнице.

Дуж свих токова су годинама били видљиви трагови разарања и кретања бујичног поплавног таласа познатог под називом „бујична песница”. Ишчупано дрвеће, делови уништених мостова (слике 3 и 4),



Слика 3. Уништена кућа поплавом на Власини у јуну 1988. године

Figure 3. House destroyed by the Vlasina flash flood in June, 1988.



Слика 4. Део моста уништен поплавом на Власини у јуну 1988. године

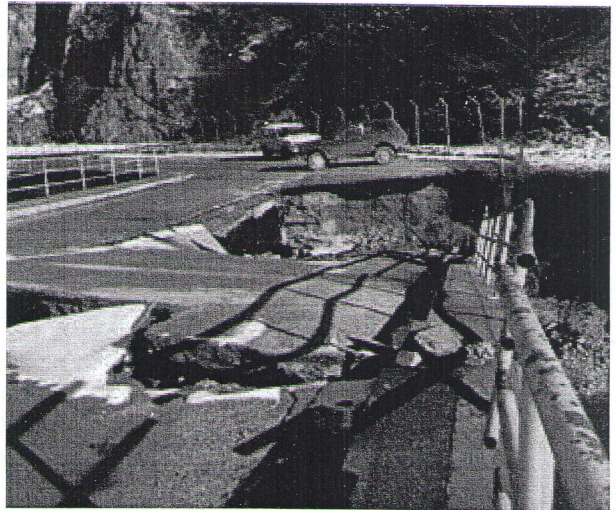
Figure 4. Bridge destroyed by the Vlasina flash flood in June, 1988.

остаци срушених кућа, девастирано пољопривредно земљиште неми су сведоци прохујале стихије и њеног разарања.

Сачињен је детаљан попис штете у свим повођеним општинама и када је све сумирано, штета је износила око милијарду долара. Те општине су ни су опоравиле ни после двадесет пет година, када су уследиле нове поплаве.

3.4. Бујична поплава на реци Власини у новембру 2007. године

Бујична поплава из новембра 2007. године је осим слива Власине погодила и делове слива Нишаве. Опет су срушени мостови, делови путева, као и водоводно постројење „Љуберађа” са цевоводом за снабдевање Ниша, Бабушнице, Беле Паланке и других места (слике 5 и 6). Прекид саобраћаја и водоснабдевања трајао је недељама. Ова поплава је оштећила водоводни систем за снабдевање Ниша водом,



Слике 5. Потпуно уништена путна инфраструктура
Figures 5. Completely destroyed road infrastructure



Слике 6. Уништена путна инфраструктура
Figure 6. Road infrastructure destroyed

који пролази дуж корита Коритничке реке. Званични закључак је био да је та појава последица продора топлог таласа из југоисточних и јужних делова Европе и наглог отапања снега који је био пропраћен и осредњим падавинама – кишом.

Штете од те поплаве још нису статистички обрађене. Оно што се може констатовати јесте чињеница да размера те поплаве није упоредива са катастрофалном полавом из јуна 1988. године. Међутим, по ко зна који пут је потврђена чињеница да су штете од бујичних поплава, увек и без изузетка, пропорционалне вредностима добара које су на удару бујичног таласа. Поплава на реци Власини 2007. године указује на неопходност побољшања система заштите од бујица и ерозије.

3.5. Бујичне поплаве на бујицама у Србији у 1999. години

У току јула 1999. године велики део Централне Европе и Средоземља захватиле су натпросечне падавине. Падавине над Србијом су се догодиле у неколико издвојених, али временски релативно блиских таласа. Под утицајем јаког висинског циклона, први кишни талас се појавио између 8. и 11. јула. Најјаче падавине су биле у долини Велике Мораве. После краткотрајног побољшања времена, наступило је погоршање са пљусковима и грмљавином. Падавине су местимично биле високе 13. и 15. јула и биле су веће у сливу Западне Мораве него у непосредном сливу Велике Мораве. Трећи талас је наишао у другом делу задње декаде јула, а посебно високе падавине су биле у сливу Западне Мораве и у непосредном сливу реке Саве.



Слика 7. Оштећен хотел у Варварину
Figure 7. Damaged hotel in Varvarin

Неуобичајено високе уза стопне падавине довеле су до изливања великог броја мањих водотока и карактеристичних бујица – непосредних притока Велике Мораве, Западне Мораве и непосредног слива реке Саве (Колубара, Топчидерска река и др.). Поплаве и бујице су нанеле огромне штете насељима, индустријским постројењима, инфраструктурним објектима и пољопривреди.



Слика 8. Срушена кућа поред реке Јасенице
Figure 8. Destroyed house by the river Jasenica

Најинтензивнија плављења захватила су доње делове непосредних притока Велике Мораве и левих притока Западне Мораве, затим слив Колубаре и непосредних притока Саве. Бујичне поплаве у непосредном сливу Велике Мораве јавиле су се на следећим рекама: Лугомиру, Каленићкој реци (слика 7), Белици, Лепеници, Јасеници (слика 8), Кубршници, Раваници, Црници и Ресави.

У сливу Западне Мораве, изливања великих вода и бујице су регистроване на следећим рекама: Скрапежу, Бјелици, Рибници, Гружи, Деспотовици, Дичини и Расини. Најтеже последице поплава биле су у Смедеревској Паланци. Због недовољне пропусне моћи корита и пробоја насипа на више места, излиле су се реке Јасеница и Кубршница. Интензитет поплава и висина штете били су веома изражени на подручју Јагодине због изливања река Лугомир и Белица. Поред тога, река Лепеница је поплавила Баточину и изазвала веома велике штете. Поплаве на десној обали Мораве су биле нешто нижег интензитета, али су ипак изазвале доста штете. У овом подручју су се излиле реке Ресава у подручју Свилајнца, затим река Раваница у Њуприји, Црница у Параћину и Јовановачка река у околини Ћићевца.

У непосредном сливу Западне Мораве највеће поплаве су се догодиле на њеним левим притокама: Чемерници са притокама Дичином и Деспотовицом и на реци Гружи. Поплаве нешто мањег интензитета су забележене у сливовима Скрапежа, Бјелице, Рибнице и Расине. На неким од назначених подручја, током последњих година су се више пута дешавале изузетно велике воде и јављале разорне бујичне поплаве (Јасеница, Колубара, Топчидерска река, Јадар), које су окарактерисане као стогодишње појаве, па и као појаве дужег повратног периода. За поплаву на реци Власини из 1988. године речено је да је знатно дужег повратног периода (преко триста година).

Слика 9. приказује општину Топола која је претрпела велике штете од бујица током јула 1999. године. Бујичне поплаве нису биле концентрисане само у брдско-планинским пределима Србије. Било их је и у типичним равничарским пределима. Од Пожаревца до Голупца догодила се серија бујичних поплава на изузетно малим бујичним водотоцима.



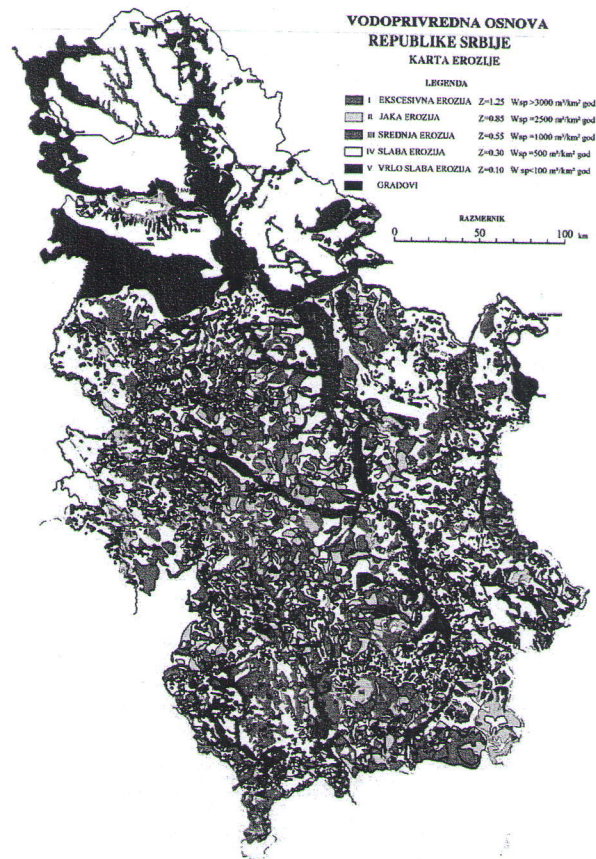
Слика 9. Оштећена путна инфраструктура дуж Јасенице
Figure 9. Destroyed Infrastructure by the river Jasenica



Слика 10. Регионални пут V. Градиште – Рам пресечен бујицом
Figure 10. Regional road V. Gradište – Ram destroyed by the flash flood

4. СТАЊЕ ЕРОЗИЈЕ И БУЈИЦА У СРБИЈИ

Интензитет ерозије зависи од четири главна чиниоца. Три чиниоца представљају природне карактеристике подручја: геолошко – педолошка подлога, рељеф и клима, док је начин коришћења земљишта чинилац који је у највећој мери под контролом људи, због чега је подложен динамичним и брзим променама.



Слика 11. Карта ерозије Србије
Figure 11. Erosion Map of Serbia

За класификацију ерозионих процеса у Србији употребљена је ЕПМ метода (метода потенцијала ерозије), која ерозију класификује у пет категорија које имају и своју квантитативну карактеристику. То је тренутно стање које може лако да се промени неком планском или неодговорном променом начина коришћења земљишта. Карта ерозије Србије је приказана на слици 11. и она је саставни део Водопривредне основе Србије усвојене 2002. године и Стратегије управљања водама у Републици Србији.

5. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ И КАТЕГОРИЗАЦИЈУ ЕРОЗИОНИХ И БУЈИЧНИХ ПОДРУЧЈА НА ОСНОВУ ДОСАДАШЊИХ ИСКУСТАВА У ЗАШТИТИ ОД ЕРОЗИЈЕ И БУЈИЦА

5.1. Природни и антропогени фактори ерозионих процеса

Као што је познато, основни фактори ерозионих процеса су следећи:

- Фактори енергије
 - метеоролошки фактори (интензитет падавина)
 - геоморфолошки фактори (рељефне форме, нагиби падина)
- Фактори отпора

– геолошке и педолошке карактеристике терена (еродибилност стена и земљишта)

– хидрогеолошке карактеристике (инфилтрациони капацитет тла)

с) Фактори заштите

– густина становништва (аграрни притисак)

– вегетациони покривач земљишта

– начин коришћења земљишта

Фактори енергије и отпора спадају у групу природних фактора, док фактори заштите спадају у антропогене факторе. Природна предиспозиција неког подручја за појаву ерозионих процеса зависи од односа геоморфолошких, геолошких, педолошких и метеоролошких параметара. С друге стране, на развој ових процеса пресудно утиче нарушавање равнотеже између фактора енергије и фактора отпора, с једне стране, и фактора заштите, с друге стране. Према томе, може се закључити да на развој ерозионих процеса битно утиче неповољна интеракција природних и антропогенних чинилаца.

5.2. Директни и индиректни ефекти ерозионих процеса

Ерозиони процеси у природи имају два основна ефекта:

– директан ефекат у зони ерозије („on-site effect”), који се манифестује деградацијом земљишта и природне средине,

– индиректан ефекат изван зоне ерозије (“off-site effect”), који се манифестује транспортом ерозионог наноса кроз хидрографску мрежу слива

Ерозија тла, продукција наноса и његов транспорт у водотоковима представљају компоненте глобалног природног процеса. Суштинска повезаност феномена ерозије и транспорта наноса захтева интегрални приступ овој проблематици. У свету је овај приступ у потпуности прихваћен и основана је нова научна и стручна дисциплина „Управљање наносом” (Sediment management). Овај концепт се примењује и у нашим истраживачким активностима у области ерозије и речног наноса.

Проблематика речног наноса има велики водопривредни и еколошки значај. Заустављање и таложење наноса у зонама водопривредних објеката може битно угрозити њихову функционалност. У том оквиру, најпознатији је пример засипања акумулација. С друге стране, ексцесивни транспорт суспендованог наноса врло негативно утиче на акватичне екосистеме. Са тог аспекта, посебно треба истаћи феномен транспорта хемијских материја-загађивача, чији се молекули везују за суспендоване честице речног наноса.

5.3. Карактеристике бујичних процеса

Основни фактори генезе бујичних процеса су исти као у случају ерозионих процеса. Поред природне геоморфолошке, геолошке, педолошке и метеоролошке предиспозиције неког подручја за појаву ових

процеса, на њихов развој пресудно утиче неповољна интеракција природних и антропогенних чинилаца. Посебно треба истаћи да се са развојем ерозионих процеса интензивирају и бујични процеси. Као што је познато, бујични токови су водотокови брдско-планинског региона. Одликују се великим уздужним нагибом речног корита. Величине водотока и коресподентних сливова могу варирати у ширем дијапазону обухватајући категорије бујичних јаруга, потока и бујичних река. Код нас је уобичајено да се под бујичним токовима обухватају водотокови са површином слива $A < 100 \text{ km}^2$.

Специфичне хидрауличке карактеристике бујичних водотокова условљене су великим уздужним нагибом корита и карактеристичном динамиком бујичних феномена. Са аспекта речне хидраулике, бујични токови представљају парадигму нестационарности, силовитости и турбулентности. Од посебног је значаја двофазни карактер бујичних токова, са великом концентрацијом чврсте фазе.

Хидролошки режим бујичних водотокова је такође специфичан. Бујични карактер хидролошког режима манифестује се великим распоном протицаја и карактеристичном формом хидрограма великих вода. Однос протицаја великих вода и малих вода је реда величине ($Q_{\text{max}}/Q_{\text{min}} \sim 10^3$), за разлику од великих алувијалних водотокова где је ($Q_{\text{max}}/Q_{\text{min}} \sim 10$). С друге стране, трајање великих вода је врло кратко, реда величине неколико часова. Хидрограми бујичних таласа имају кратку временску базу, при чему је посебно кратко време пораста, (узлазна грана), због брзог формирања и наглог надоласка великих вода. Криве трајања протицаја бујичних водотокова у току године имају такође карактеристичну форму, са врло кратким трајањем великих вода (неколико дана годишње) и дугим трајањем малих вода и средњих вода.

Псамолошки режим бујичних водотокова је у потпуном складу са хидролошким режимом. Највећи део годишњег транспорта наноса (преко 70 %) одвија се у бујичним таласима. Због велике концентрације наноса, таласи великих вода имају највише изражен двофазни карактер хидродинамичких феномена. Што се тиче односа проноса суспендованог и вученог наноса, то зависи од геоморфолошких и геолошких услова у речном сливу. За бујичне водотокове на подручју Србије, учешће вученог наноса у укупном годишњем транспорту наноса варира од 10-30 %.

Са хидролошког и псамолошког аспекта, категорија бујичних водотокова не може се ограничити само површином слива ($A < 100 \text{ km}^2$). Бујични карактер хидролошког и псамолошког режима могу имати и већи водотокови. На основу истраживања морфолошких, хидрауличких, хидролошких и псамолошких карактеристика водотокова на подручју Србије предложено је увођење појма „мањих водотокова”, као прелазне категорије између бујичних токова, с једне стране, и великих алувијалних река, с друге стране. Категорија „мањих водотокова” се приближно може

дефинисати помоћу површине слива, са дијапазоном $100 < A < 1000 \text{ km}^2$. На територији Србије има 116 водотокова ове категорије, који имају своје специфичне карактеристике. Једна од тих особености је бујични карактер хидролошког режима водотокова.

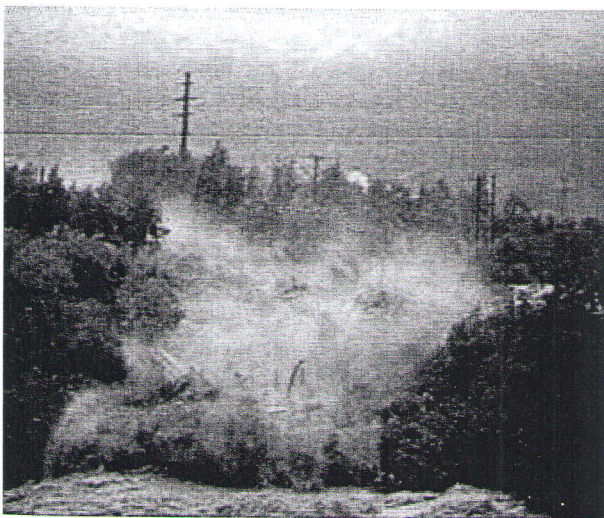
5.4. Специфичности бујичних поплава

У категорији мањих водотокова, бујични карактер хидролошког режима се испољава, пре свега, специфичном генезом, брзом концентрацијом и кратким трајањем великих вода.

Таласи великих вода имају типичне карактеристике бујичних таласа, са наглим надоласком и кратком временском базом. Посебно је изражен двофазни карактер течења великих вода, због велике масе суспендованог и вученог наноса, који се преноси у таласима. То значи да и псамолошки режим мањих водотокова има бујични карактер.

За разлику од класичних бујица, код категорије мањих водотокова није увек подједнако изражен бујични карактер великих вода. У зависности од распореда и интензитета падавина у сливу, генеза великих вода може бити различита, у просторном и временском смислу. Отуда се јављају и таласи великих вода са дужом временском базом и мањим максималним протицајем, али и типични бујични таласи, са карактеристичном формом хидрограма.

Када се говори о бујичним поплавама, треба имати у виду да је овај појам знатно шири него у случају поплава на већим рекама. Отуда је исправније говорити о „бујичним процесима”, него о поплавама, јер се заиста ради о једном скупу феномена који се одигравају у бујичном водотоку и приобаљу, при наиласку таласа великих вода. Поред класичне манифестације поплава (услед изливања великих вода из корита), упоредо се јављају и феномени бујичне лаве, одрона и клизишта. Бујични таласи су повезани са још једним феноменом, који може имати велики



Слика 12. Феномен бујична песница
Figure 12. Initial surge of the flash flood wavefront

утицај на размере поплава. Услед наглог надоласка великих вода, бујични таласи имају врло изражено стрмо чело „бујична песница” (слика 12), које има велику деструктивну моћ. Чело таласа руши дрвеће и дрвене објекте у кориту и приобаљу и захвата сав отпад из овог појаса. Услед тога, бујични таласи преносе велике масе „површинског наноса”. У случају наиласка на уско грло у речном кориту (природно сужење, мостови са стубовима у кориту и др.) долази до заустављања и гомилања поменутог површинског наноса. То проузрокује велики допунски успор водотока, при чему долази до његове суперпозиције са основним таласом великих вода. На тај начин се, узводно од локација загушења, још више подиже ниво водотока и повећавају размере плављења.



Слика 13. Насеље Текија прекривено наносом
Figure 13. Tekija village covered with sediment

5.5. Критеријуми за категоризацију ерозионих и бујичних подручја према степену угрожености

У оквиру разматрања критеријума за категоризацију ерозионих и бујичних подручја према степену угрожености, морају се имати у виду и директни и индиректни ефекти ових процеса. Са аспекта ерозионих процеса, могу се детерминисати следећи релевантни показатељи:

- интензитет ерозионих процеса
- степен деградације природне средине у зони ерозије
- намена и вредност земљишта у зони ерозије (насеља, саобраћајнице, пољопривреда)
- квантитет и квалитет (хемијски састав) ерозионог наноса
- транспорт наноса кроз хидрографску мрежу слива
- водопривредни објекти у сливу (акумулације, ретензије, бујичне преграде, регулисана речна корита)

Као и у случају ерозионих процеса, код категоризације бујичних процеса се морају узети у обзир

и узроци и последице ових процеса. У том смислу, меродавни показатељи су следећи:

- интензитет бујичних процеса и коефицијент отицаја
- учесталост бујичних поплава транспорт наноса у бујичним таласима
- величина потенцијалних плавних зона
- намена и вредност земљишта у потенцијалним плавним зонама угроженост насеља и магистралних саобраћајница.

Са практичног аспекта, веома је важно дефинисати суштински опсег једног ерозионог и бујичног подручја, имајући у виду и узроке и последице ових процеса. То је посебно битно са становишта уређења ових подручја, као и разграничења домена појединих водопривредних дисциплина у оквиру ових активности. Када су у питању ерозиона подручја, морају се имати у виду и директни и индиректни ефекти ерозионих процеса. При томе је логично да ерозионо подручје мора да обухвати простор ерозионе продукције наноса, а нарочито зоне интензивне ерозије. С друге стране, морају се посматрати последице ерозионих процеса, кроз транспорт наноса у хидрографској мрежи слива. Са тог аспекта, посебно је важна оцена утицаја наноса на постојеће или будуће водопривредне објекте на том подручју. Имајући у виду повезаност процеса ерозије и транспорта наноса у оквиру једног речног слива, логично је да под ерозионим подручјем подразумева једна природна хидрографска целина. Та целина може бити комплетан слив једног мањег водотока, или, део слива до неког значајног водопривредног објекта (најчешће, до неке акумулације). Према томе, може се закључити да се детерминисање једног ерозионог подручја мора заснивати на интегралном концепту, са повезивањем узрока и последица процеса ерозије и транспорта наноса.

Са становишта детерминисања бујичних подручја, такође је неопходно интегрално посматрање узрока и последица бујичних процеса. То значи да се мора дефинисати зона генезе интензивног површинског отицаја, која највише утиче на формирање бујичних таласа. С друге стране, мора се анализирати пропација ових таласа дуж водотока. При томе се подразумева да ова хидролошко-хидрауличка анализа мора обухватити детерминисање плавних зона дуж речног тока. Поред тога, са практичног аспекта је веома битно имати у виду намену приобалних површина и вредност добара и објеката у потенцијалним плавним зонама. Према томе, може се закључити да се интегрални приступ уређењу једног бујичног подручја мора темељити на упоредној анализи узрока и последица бујичних процеса и утврђивању оптималних мера њихове контроле.

С обзиром на природну повезаност ерозионих и бујичних процеса, логично је да се и ерозиона и бујична подручја третирају као једна целина. У вези с тим, треба истаћи да се границе ових подручја не морају у потпуности подударати: једно ерозионо подручје се може детерминисати у односу на неки

значајан водопривредни објекат који се штити од засипања наносом, док се бујично подручје може посматрати у односу на неко насеље које се штити од поплава. Међутим, управо због ових различитих аспеката проблематике, најлогичније је да се једна природна хидрографска целина, у којој се јављају и ерозиони и бујични процеси, третира као ерозионо и бујично подручје. Другим речима, раздвајање ерозионих и бујичних зона у оквиру једног слива најчешће нема практичног смисла, и у том случају цео слив треба третирали као ерозионо – бујично подручје.

6. МЕРЕ ЗА ЗАШТИТУ ОД БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА И ЕРОЗИЈЕ ЗЕМЉИШТА

При разматрању противерозионих радова у будућем периоду, треба имати у виду искуства из прошлости. У том контексту су и неки позитивни ефекти социјалних и демографских процеса на стање ерозије. Наиме, миграција сеоског становништва из пасивних крајева (која су најчешће и ерозиона подручја) је имала врло значајан ефекат на смањење интензитета ерозионих процеса. Смањење аграрног притиска и сточног фонда допринело је спонтаном смиревању ерозионих процеса и ревитализације вегетационог покривача. Уколико би се ови демографски и друштвено-економски трендови наставили у будућности, то би утицало и на смањење обима противерозионих радова. Међутим, прекомерна сеча шума, која је узела маха због поремећених социоекономских прилика драстично утиче на појачан интензитет ерозионих процеса у Србији.

Као што неправилан начин коришћења земљишта може изазвати интензивирање ерозије, тако исто је могуће променом начина коришћења ублажити интензитет ерозије. Како на многим местима није могуће ублажити ерозију променом начина коришћења земљишта, развијени су бројни методи и поступци за санацију ерозионих процеса. Санација ерозионих процеса се остварује комбинацијом радова за санацију ерозије на површини земљишта, путем разноврсних биолошких и биотехничких радова и радова за санацију корита бујичних токова комбинацијом техничких и биотехничких радова. Наведени радови су инвестициони и зато се примењују само на оним местима где нема другог избора.

Посебна група антиерозионих мера је скуп административних мера које се прописују у виду обавезе корисницима земљишта о антиерозионом начину газдовања земљиштом. Ове мере се третирају као неинвестиционе, јер трошкови њиховог спровођења нису велики и падају на терет корисника земљишта, а само у малом делу трошкова учествује државна организациона јединица, у делу планирања, спровођења и контроле извршења. Пракса је показала да се најбољи резултати санације ерозије постижу комбинацијом техничких радова у кориту бујичних токова, биотехничких радова у кориту и на сливу, биолошких радова на сливу и увођењем и применом антиерозионих административних мера. Како се сви

радови и мере за санацију ерозије врше на земљишту које је нечије власништво и које неко користи, свака интервенција задира у права власника или корисника земљишта. Међутим, како је земљиште ресурс који се полако ствара а лако разара, то је обавеза чувања и унапређивања производног потенцијала земљишта за будуће генерације од примарне важности. Законом се морају обавезати корисници земљишта да спроводе антиерозионе мере или допусте да се на тешко еродираним земљишту изведу неопходни радови.

Извођење противерозионих радова захтева детаљну анализу стања ерозије земљишта и идентификацију ерозионих подручја. За реализацију овог задатка треба да се претходно утврде критеријуми који, осим стручних, морају да имају законску основу. У науци о ерозији остварен је значајан напредак, јер је то услов за економски и друштвени развој. Ерозиони процеси директно утичу на губитке у пољопривреди, шумарству, а посредно на укупну економију сваке земље. Као што се из изложеног може закључити, санација ерозионих процеса обухвата широки спектар активности. Свака од ових активности заслужује посебну пажњу, не само са аспекта остваривања конкретних мера заштите земљишта и санације ерозије, већ и са аспекта интегралног управљања природним ресурсима (земљиштем, водама, екосистемом и другим). Идентификација ерозионих подручја је једна од активности која има приоритет у планирању противерозионих радова и мера и процени ефеката на окружење.

Све процене и пројекције обима потребних радова на глобалном нивоу слива или републике формирају се на основу интензитета ерозије и бујичности токова. Биолошки и биотехнички радови изведени пре четрдесет година тек сада доспевају до нивоа пуне заштитне функције. Сви терени на којима су изведени противерозиони радови и спроведене мере су потенцијална жаришта ерозионих процеса уколико се одступи од противерозионог газдовања земљиштем. То је озбиљна опасност, која се већ догађа, јер садашњи корисници немају никакав документ који их директно обавезује да тим теренима морају да газдују према прописима.

За остварење радова на санацији бујичних токова и ерозије земљишта мора да се изради поуздана подлога о стању ерозије, бујичних токова и изграђеним објектима за заштиту, као и о спроведеним мерама о противерозионом газдовању земљиштем.

Нове противерозионе радове треба изводити тако да се њима покрију што значајније површине. С обзиром

на потребан обим радова најрационалнији би био приступ који је у прошлости примењиван и који је дао добре резултате. За велике сливне целине, које су биле одређене за третман противерозионих радова израђивани су пројекти који би према данашњој класификацији одговарали Генералним пројектима, а потом су отпочињали радови у форми хитних радова, када пројектанти пројектују у континуитету са извођењем. На тај начин се избегава да било која промена корита бујице, што се догађа после сваког јачег бујичног таласа, мења пројектно решење. Тај метод рада примењују и развијене западне земље, јер се показао као најпрактичнији.

Требало би извршити и попис или допуну пописа изграђених објеката, изведених радова и спроведених мера, чиме би се створила поуздана основа за даље планирање потребног обима радова. Пописом мора да се обједине сви подаци о изведеним радовима, без обзира ко сада газдује њима, јер сваки од тих објеката има део своје функције у систему заштите целог слива. Поправка оштећених објеката и попуна биолошких и биотехничких радова је једна од првих активности приликом изградње система антиерозоне заштите. Изградња нових објеката, техничких, биотехничких и биолошких је корак који мора да прати поправку оштећених и порушених објеката.

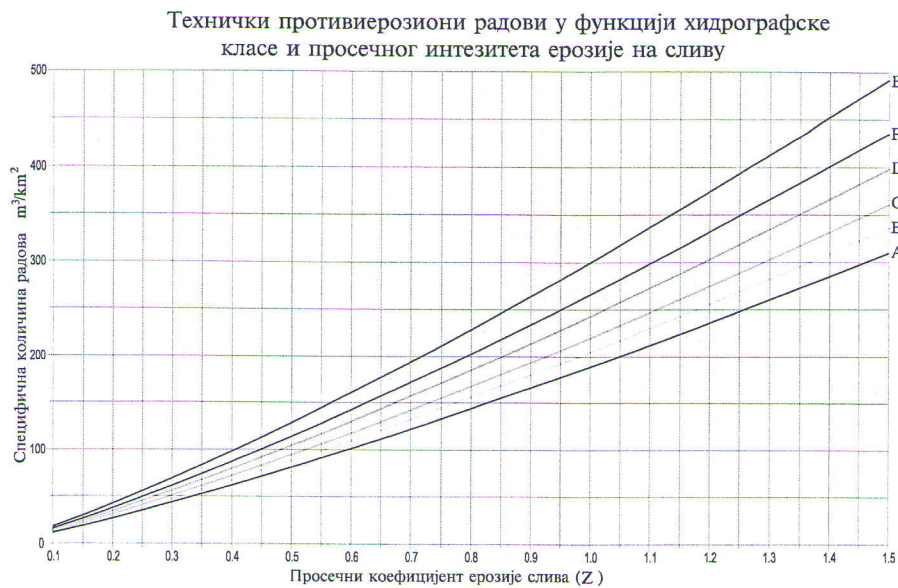
7. ПРЕДЛОГ РАДОВА ЗА ПОБОЉШАЊЕ ЗАШТИТЕ ОД ЕРОЗИЈЕ И УРЕЂЕЊА БУЈИЧНИХ ВОДОТОКОВА

На основу до сада прикупљеног сазнања и процена стања постојећег система заштите од ерозије и бујичних токова, будућом Стратегијом управљања водама у Републици Србији, предложен је обим радова које је, на основу досадашњег искуства, могуће реализовати. Поред конкретних радова предлаже се започињање сталног рада на праћењу стања ерозије и бујичности токова, јер се приликом израде Стратегије управљања водама констатовало да су све расположиве ерозионе подлоге старе најмање двадесет година и уз све то нису израђене истом методом, па је, том приликом израђена карта ерозије, могла да буде

Табела 1. Годишње потребе за обимом противерозионих радова и мера

Table 1. The annual requirements for the quantity of erosion control works and measures

Врста радова	Јединица мере	Количина	Јединична цена (EUR)	Цена (EUR)
Пошумљавање потпуно деградираних терена и терена угрожених еолском ерозијом	ha/год	1.200	1.250	1.500.000
Мелиорације шума	ha/год	1.000	200	200.000
Мелиорације пашњака и ливада	ha/год	1.500	100	150.000
Биотехнички радови (зидићи, ровови и терасе, ветрозаштитни појасеви)	m/год	50.000	100	5.000.000
Технички радови (бујичарске преграде)	m ³ /год	14.000	150	2.100.000
Ерозионо-бујичне подлоге и катастри	m ² /год	20.000	200	4.000.000
Одржавање изведених радова	km ² /год	20.000	375	7.500.000
Укупно ПЕ радови	годишње			20.450.000



Слика 14. Зависност специфичних количина противиерозионих радова
Figure 14. The dependence of the specific amounts of erosion control works

новелирана експертном трансформацијом на карту задовољавајуће прецизности и тачности за размеру карте од 1:300.000. Та карта је уједно била основа за процену потребног обима радова. Наиме, карта ерозије служи за израчунавање просечног интензитета ерозије за конкретна сливна подручја. Сливно подручје се даље класификује према коефицијенту ерозије (Z) и хидрографској класи водотока (A-F), која зависи од величине слива и других топографских, хидрографских и климатских карактеристика.

Бујични токови се класификују од великих бујичних река (A) до малих бујичних јаруга (F). Вишегодишњим научноистраживачким радом утврђен је специфични оптимални обим потребних противиерозионих радова, како биолошких тако и техничких, у функцији интензитета ерозије и хидрографске

класе водотока. (слика 14) Помоћу приказаних зависности одређују се количине радова за велика сливна подручја или њихове делове. Ове и друге зависности омогућавају процену реалног обима радова и трошкова противиерозионног уређења сливног подручја. Том методом је одређен обим радова које треба извести и изградити. С обзиром да је већи део противиерозионих радова из групе биотехничких, односно оних код којих је билошка мера (пошумљавање, затрављивање и слично) праћена одређеним процентом зидарских и других техничких радова. На нивоу Основа и Генералних пројеката широк спектар врста радова се групише у главне групе, јер су детаљи примерени детаљним пројектима малих површина и парцела.

Зато је цео спектар радова подељен на шест основних категорија чији је обим приказан је у претходној табели.

Подлоге за пројектовање противиерозионих и противбујичних радова су, као што је већ речено, пописи (катастри) постојећег стања и на тој основи израђена генерална решења противиерозионног уређења већих сливних јединица.

Овај део посла спада у област експертних студија и пројеката.

За остварење стратешког задатка формирања сталног Катастра бујичних токова са ерозионо бујичним подацима у оквиру Водопривредног информационог система, који се стално одржавају мора се формирати стални сервис који би обједињавао, контролисао и усмеравао рад подручних служби. Такав Катастар бујичних токова и ерозије је основа не само за ту уску специјалност, већ извор података за многе друге области водопривреде јер у свом оквиру разрешава питања хидрографије на много детаљнији и прецизнији начин у односу на захтеве других водопривредних грана и других области.

Такви подаци су основа за лакше и једноставније одређивање “ерозионих подручја” и планирање

активне одбране од бујичних поплава. Наиме, сада се за сваки такав план, за чију је израду обавезна свака општина, морају израдити све ерозионо бујичне подлоге. Проблем је у томе што бујични токови настају на територији једне општине, а разорне ефекте исказују тек на низводним општинама. Бујичне поплаве из 2014. године су то по ко зна који пут потврдиле.

Зато ове подлоге треба израђивати за цела сливна подручја и на тај начин обезбедити јединствене подлоге за све општинске и републичке планове. Ове подлоге треба урадити за целу територију Републике Србије, јер се осим за општинске планове на тај начин добијају и подлоге за знатно прецизније водопривредно планирање.

8. ЗАКЉУЧАК

Ерозија земљишта је природни феномен присутан на целокупној површини земљишта, на чији интензитет директан утицај имају људске активности и то како у негативном, тако и у позитивном смислу.

Борба са ерозијом и бујичним токовима је посебна стручна област која је доживела експанзију током последњих сто година, јер је то период активне урбанизације, изградње инфраструктуре и интензивног развоја пољопривреде и индустрије. Сходно томе развијене су посебне специјалности за борбу са бујичним токовима и ерозијом, што је у нашој земљи до 1965. године било организовано у оквиру посебне Дирекције за уређење бујица и ерозију, а после је цела активност организована у оквиру водопривреде. Санација ерозијом оштећених земљишта врши се комбинацијом техничких и биотехничких радова, али и посебним видом борбе са ерозијом, односно путем административних обавеза, забрана и ограничења права корисника земљишта о слободном избору начина коришћења земљишта.

Уз остале видове борбе са ерозијом, овај вид је примењен код нас пре педесет година и дао је изванредне резултате. Административне антиерозионе мере примењују се само на оним подручјима која су претходно проглашена "ерозионим подручјем". То није само административни термин, већ је то подручје на којем су ерозиони процеси у лабилној равнотежи и неправилно коришћење може проузроковати нагло интензивирање ерозионих процеса. Због тога је неопходно идентификовати ерозиона подручја. То је сложен посао који захтева аналитичку обраду бројних података на одређеним просторима. Већи део података се односи на друге области (хидрологија, уређење и газдовање водотоковима, планирање простора и друго), па је зато значај идентификације ерозионих подручја посао који претходи било којем стратешком пројекту локалном или глобалном. Изложена процедура за идентификацију ерозионих подручја, примењује се са успехом у нашој инжењерској пракси.

Такође, треба имати у виду да су ерозионо и бујично подручје међусобно повезани, тако да то подразумева исти третман на санацији и одржавању објеката, као и планирању и изградњи нових објеката на тим подручјима.

Нажалост, има још делова на територији републике на којима идентификација ерозионих и бујичних подручја није урађена.

9. ЗАХВАЛНОСТ

Аутори се захваљују Министарству просвете и науке Републике Србије које је пројектом ТР37005, Оцена утицаја климатских промена на водне ресурсе у Србији, омогућило реализацију овог истраживања.

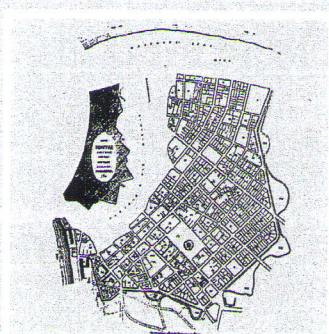
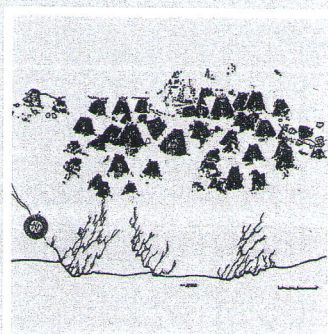
ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aftias, M., Kollarits, S., Plunger, K., Preseren, T., Schwingshandl, A., Schnetzer, I., Stefani, M., Stefanovic, M., Constandache, C., Bilea, I. C., Vica, P., Bilanici, A., (2012): Monitor II, Evaluation & recommendation, www.monitor2.org
- [2] Брајковић М., Гавриловић З., (1989): Узроци и последице неких забележених „наглих” бујичних поплава, Југословенско саветовање о наглим поплавама, Копаоник, стр. 433-440.
- [3] Гавриловић С., (1957): Classification of Torrents in Grdelica Canyon and Quantitative Regime of Torrent-Borne Sediments, Београд, 1957.
- [4] Гавриловић С., (1972): Engineering of Torrents and Erosion, Izgradnja, Special issue, Београд
- [5] Гавриловић З., (1988): The Use of an Empirical Method (Erosion Potential Method For Calculating Sediment Production and Transportation in Unsudied or Torrential Streams), International Conference on RIVER REGIME, 1988: Wallingford, England, p. 411-422.
- [6] Гавриловић З., Стефановић М., (1998): Methodology for identification and proclamation erosion zones, Institute for development of Water Resources „Jaroslav Černi”, Belgrade.
- [7] Институт за водопривреду „Јарослав Черни” АД (2002): Водопривредна основа Републике Србије, Београд.
- [8] Стефановић М., Костадинов С., (2003): Генерални пројекат уређења ерозионих и бујичних подручја у Србији II фаза, Институт за водопривреду „Јарослав Черни”, Шумарски факултет, Београд
- [9] Стефановић М., Гавриловић З., Мр Бајчетић Р., „Локална заједница и проблематика бујичних поплава (2014) Организација за европску безбедност и сарадњу, Мисија у Србији, ISBN 978-86-6383-011-0, Београд.
- [10] Цвејић Н., Михајловић М. (2008) Семинарски рад „Ерозија земљишта”, Ниш

ИЗГРАДЊА IZGRADNJA CONSTRUCTION

2015

OSNOVANO
1947
FOUNDED

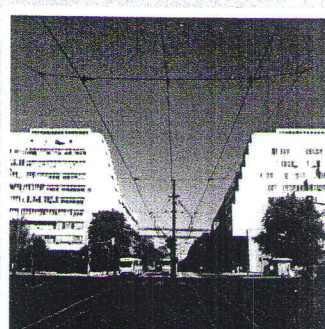
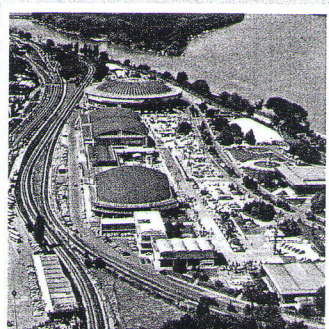
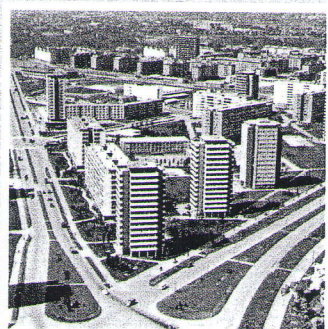


БРОЈ-NUMBER

11-12

НОВЕМБАР-ДЕЦЕМБАР
NOVEMBER-DECEMBER

ГОД. 69. YEAR



UDK 624+71+72(05)

ISSN 0350-5421



9 770350 542000

